

ARMATURE COIL FOR GAP-WINDING TYPE ROTARY ELECTRIC MACHINE

Patent Number: JP56103939
Publication date: 1981-08-19
Inventor(s): MAKI NAOKI; others: 03
Applicant(s): HITACHI LTD
Requested Patent: ☐ JP56103939
Application Number: JP19800003527 19800118
Priority Number(s):
IPC Classification: H02K3/24; H02K9/19
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PURPOSE: To improve heat conductivity of a cooling duct and reduce an overcurrent loss by a method wherein a cooling pipe to be buried in the armature coil is made of a compound of metallic filler and resin, and the inner wall of the pipe is made round at the corners.

CONSTITUTION: The cooling pipe 17 is buried in the center of numerous strand wires 15 with a level transposition and the armature coil 7 is formed by applying a main insulating layer 19 to the most outer periphery. The cooling pipe 17 is made of the compound of the metallic filler 22 and the resin and the corners of the inner wall of the pipe are made round. As the metallic filler 22, a substance being high in heat conductivity such as aluminium and nickel and having a specific weight close to the specific weight of the resin 23 is enough to be used. Thereby the heat conductivity of the cooling pipe is improved, the overcurrent loss being possible to be decreased and the mechanical strength of the pipe is also increased.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

⑬ 日本国特許庁 (JP)
⑭ 公開特許公報 (A)

⑮ 特許出願公開

昭56—103939

⑯ Int. Cl.³
H 02 K 3/24
9/19

識別記号

庁内整理番号
6435—5H
6435—5H

⑰ 公開 昭和56年(1981)8月19日

発明の数 1
審査請求 未請求

(全 4 頁)

⑱ 空隙巻線形回転電機用電機子コイル

⑲ 特 願 昭55—3527

⑳ 出 願 昭55(1980)1月18日

㉑ 発 明 者 牧直樹
日立市幸町3丁目1番1号株式
会社日立製作所日立研究所内

㉒ 発 明 者 沼田征司
日立市幸町3丁目1番1号株式
会社日立製作所日立研究所内

㉓ 発 明 者 山口潔

日立市幸町3丁目1番1号株式
会社日立製作所日立研究所内

㉔ 発 明 者 高橋身佳

日立市幸町3丁目1番1号株式
会社日立製作所日立研究所内

㉕ 出 願 人 株式会社日立製作所
東京都千代田区丸の内1丁目5
番1号

㉖ 代 理 人 弁理士 高橋明夫

明 細 書

発明の名称 空隙巻線形回転電機用電機子コイル

特許請求の範囲

1. 素線絶縁層が施こされた複数本の素線からなるストランド線にストランド絶縁層を施こし、このストランド絶縁層が施こされた複数本のストランド線と、このストランド線をストランド絶縁層を介して冷却する冷却ダクトを一まとめにしたものの外周に主絶縁層を施こしたもののにおいて、前記冷却ダクトを金属フィラと樹脂の混合物より構成したことを特徴とする空隙巻線形回転電機用電機子コイル。
2. 特許請求の範囲第1項において、前記金属フィラおよび樹脂として比重のほぼ等しいものを用いたことを特徴とする空隙巻線形回転電機用電機子コイル。
3. 特許請求の範囲第1項において、前記金属フィラとしてアルミニウム、ニッケル、真ちゅう、銅およびこれらの合金のうちの少なくともいず

れか1つを用いたことを特徴とする空隙巻線形回転電機用電機子コイル。

4. 特許請求の範囲第1項において、前記樹脂としてエポキシ樹脂およびポリエステル樹脂のうちのいずれか1つを用いたことを特徴とする空隙巻線形回転電機用電機子コイル。

5. 特許請求の範囲第1項において、前記冷却ダクトはほぼ四角形の中空状をなし、その内壁角部に丸みを形成したことを特徴とする空隙巻線形回転電機用電機子コイル。

発明の詳細な説明

本発明は超電導発電機等の様な空隙巻線形回転電機に用いる電機子コイルに係り、特にその冷却ダクトの構成材に関する。

第1図は超電導発電機の概略構成を示す上半部縦断側面図である。この図において、1は超電導界磁巻線2を備えた回転子である。3はこの回転子1に対応して設けられた固定子で、主として固定子鉄心4、電機子巻線5および外枠6より構成されている。電機子巻線5は超電導界磁巻線2に

(1)

(2)

よる高い界磁束密度のために、在来機種のように固定子鉄心のスロット中に挿入されず、径円筒状の固定子鉄心4の内周面に支持される空隙電機子巻線となる。そこで、電機子巻線5は半径方向に多層に積み重ねられた電機子コイル7より構成されており、各層の電機子コイル7間には高耐電圧絶縁物8が、また固定子鉄心4および回転子側の巻棒9との間にはそれぞれ高耐電圧絶縁物10、11が介挿されている。また、外棒6には冷媒導入口12および冷媒排出口13が設けられ、これらを通して油などの冷媒14を固定子3内に強制循環することにより電機子巻線5は冷却されるようになっている。

第2図は、電機子コイルの詳細構成を示す拡大断面図である。電機子コイル7はレベル転位が施された多数のストランド線15、このストランド線15の外周部に設けられたストランド絶縁層16、ストランド線15を冷却する油などの冷媒14を通流させるステンレス等からなる冷却ダクト17、ストランド線15を支持するための絶縁

(3)

な冷却性能を維持しかつうず電流損を低減し得る冷却ダクトを備えた空隙巻線形回転電機用電機子コイルを提供するにある。

この目的を達成するため、本発明は、冷却ダクトを金属フィラと樹脂の混合物で構成したことを特徴とする。

以下、本発明の一実施例を第3図について説明する。

この実施例では、冷却ダクト17が金属フィラ22と樹脂23の混合物より四角形の中空状に構成されており、その内壁角部には丸み24が形成されている。なお、電機子コイルのその他の構造は第2図の場合と同様である。

金属フィラ22としてはアルミニウム、ニッケル、真ちゆう、銅およびこれらの合金といつた高熱伝導体のうちの少なくともいずれか1つを用いることが考えられるが、製作上の問題からすると、樹脂の比重に近い比重をもつアルミニウムおよびその合金が望ましい。一方、樹脂23としてはエポキシ樹脂、ポリエステル樹脂等が適している。

(5)

スペーサ18およびこれらの各部分を一まとめにしたものの外周部に設けられた主絶縁層19から構成されており、また、前記ストランド線15は素線絶縁層21が施された多数の細い素線20をツイストすることによつて構成されている。

ところで、前記冷却ダクト17は変動高磁束密度によるうず電流損を低減する点から高電気抵抗をもち、かつ冷却性能上から高熱伝導率をもつことが要求されるが、一般に高電気抵抗材は低熱伝導率であり、上記2つの要求は互いに相反する性質のものとなるので、両性質を妥協させて使用することになる。

そこで、従来はステンレス鋼等の高電気抵抗金属あるいはテフロン等の絶縁物が冷却ダクト17の構成材として考えられていた。しかし、前者はうず電流損が大きい(電機子巻線銅損とほぼ同じ程度になる)欠点があり、後者は熱伝導率が悪いために冷却性能が著しく低下する欠点をもっていた。

本発明の目的は、上記した欠点をなくし、良好

(4)

この様に構成された冷却ダクト17のうず電流損と熱伝導率について以下検討する。

円形導体に外部換動磁束が入射する場合のうず電流損 P_1 は次式で表わされる。

$$P_1 = \frac{\pi^2}{32} \frac{f^2 B^2}{\rho_1} \cdot d^4 \cdot \ell \cdot N \quad \dots\dots (1)$$

ここで、 B 、 f は変動磁束密度の大きさと周波数、 d 、 ℓ 、 ρ_1 、 N はそれぞれ円形導体の直径、長さ、固定抵抗、個数を表わす。

一方、従来の高電気抵抗金属を用いる場合のうず電流損 P_2 は、その等価直径を D 、固有抵抗を ρ_2 とすると、次式で表わされる。

$$P_2 = \frac{\pi^2}{32} \frac{f^2 B^2}{\rho_2} \cdot D^4 \cdot \ell \quad \dots\dots (2)$$

(1)、(2)式より、うず電流損の低減比は、次式で表わされる。

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{\rho_2}{\rho_1} \frac{d^4 N}{D^4} \quad \dots\dots (3)$$

従来の高電気抵抗金属ダクト断面積の2/3に相当する量の金属フィラを混入するとすれば、

(6)

$$d^2 N = \frac{2}{3} D^2 \quad \dots\dots\dots (4)$$

(4)式を(3)式に代入すれば

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{2}{3} \frac{\rho_2}{\rho_1} \frac{d^2}{D^2} \quad \dots\dots\dots (5)$$

いま、従来の高電気抵抗金属ダクトとして等価直径10mmのステンレス鋼 ($\rho_2 = 72 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$) を用い、金属フィラとして直径0.2mmのアルミニウム ($\rho_1 = 2.7 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$) を使用するとすれば、(5)式より次式が得られる。

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{2}{3} \times \frac{72}{2.7} \times \frac{0.2^2}{10^2} \approx 0.0071$$

すなわち、うず電流損は約1/140に減少する。

また、金属と樹脂の熱伝導率を k_1 、 k_2 とし、その占積率を s_1 、 $(1-s_1)$ とすれば、金属フィラ入り樹脂の等価熱伝導率 k は次式で表わされる。

$$\frac{1}{k} = \frac{\sqrt{s_1}}{k_1} + \frac{1-\sqrt{s_1}}{k_2} \quad \dots\dots\dots (6)$$

いま、金属フィラの熱伝導率は樹脂に比べて非常

(7)

に大きいので $k_1 \gg k_2$ とすれば、(6)式は次式のようになる。

$$\frac{k}{k_2} = \frac{1}{1-\sqrt{s_1}} \quad \dots\dots\dots (7)$$

上式において、金属フィラの占積率 s_1 を $2/3$ とすれば、

$$\frac{k}{k_2} = \frac{1}{1-\sqrt{2/3}} \approx 5.4$$

すなわち、熱伝導率は約5倍に改善される。しかし、実際の熱伝導率は金属フィラの不揃いにより、更に数倍向上することが期待できる。

さらに、機械強度の面を考えると、樹脂単独より金属フィラを入れた方が機械強度はかなり増加する。また、冷却ダクト17に生ずる応力としては角部に応力集中が生ずるが、この実施例では、内壁角部に丸み24が形成されているので、これによりこの応力集中を緩和することができる。

以上説明したように、本発明によれば、空隙巻線形回転電機用電機子コイルにおける冷却ダクトの熱伝導率を向上し、かつうず電流損を低減する

(8)

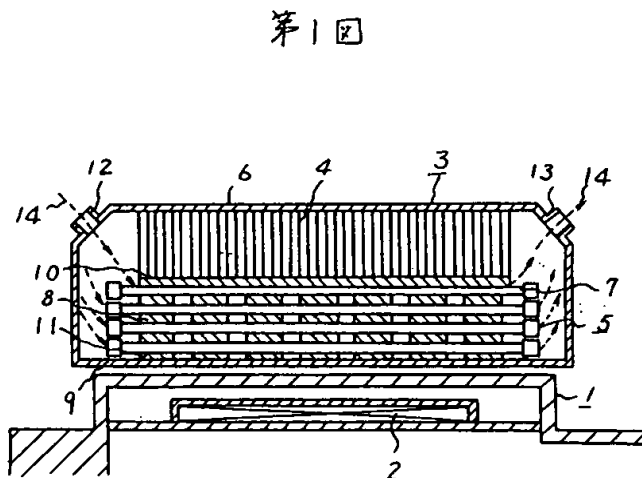
ことができる。

図面の簡単な説明

第1図は超電導発電機の概略構成を示す上半部縦断側面図、第2図は本発明が適用される電機子コイルの断面図、第3図は本発明の一実施例に係る電機子コイルの冷却ダクトの断面図である。

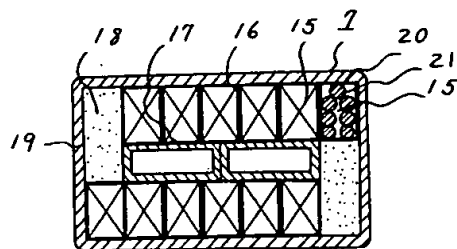
15…ストランド線、16…ストランド絶縁層、17…冷却ダクト、19…主絶縁層、20…索線、21…索線絶縁層、22…金属フィラ、23…樹脂、24…丸み。

代理人 弁理士 高橋明夫



(9)

第2図



第3図

